

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

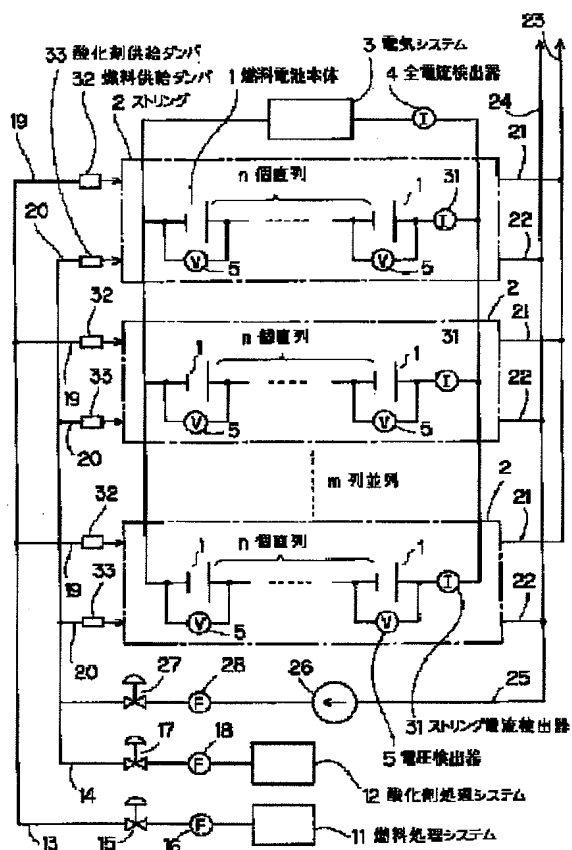
PUBLICATION NUMBER : 08031439
PUBLICATION DATE : 02-02-96

APPLICATION DATE : 18-07-94
APPLICATION NUMBER : 06165019

APPLICANT : TOSHIBA CORP;
INVENTOR : OGAWA MASAHIRO;

INT.CL. : H01M 8/04

TITLE : FUEL CELL POWER GENERATION PLANT



ABSTRACT : PURPOSE: To keep fuel/oxidizer utilization factor of a fuel cell main body, and a battery voltage within a proper range even in the case where characteristic unbalance is generated between the fuel cell main bodies.

CONSTITUTION: Fuel cell main bodies 1 each comprising a fuel pole and an oxidizer pole are electrically connected to each other in the number of (n) ($n \geq 1$) serially to form a string 2, and such strings 2 are electrically connected in parallel in the number of (m) ($m \geq 2$). To each string 2, a string current detector 31 is connected separately. A fuel supply damper 32 and an oxidizer supply damper 33 are provided on each fuel supply header 19 and an oxidizer supply header 20 of each string 2 respectively. Each fuel supply damper 32 and each oxidizer supply damper 33 adjust ratio of fuel flow and oxidizer flow to be supplied to each string 2 based on each string current detection value obtained by each string current detector 31.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-31439

(43)公開日 平成8年(1996)2月2日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 M 8/04

識別記号

庁内整理番号

P

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-165019

(22)出願日 平成6年(1994)7月18日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 渡邊 政人

東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内

(72)発明者 小川 雅弘

東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内

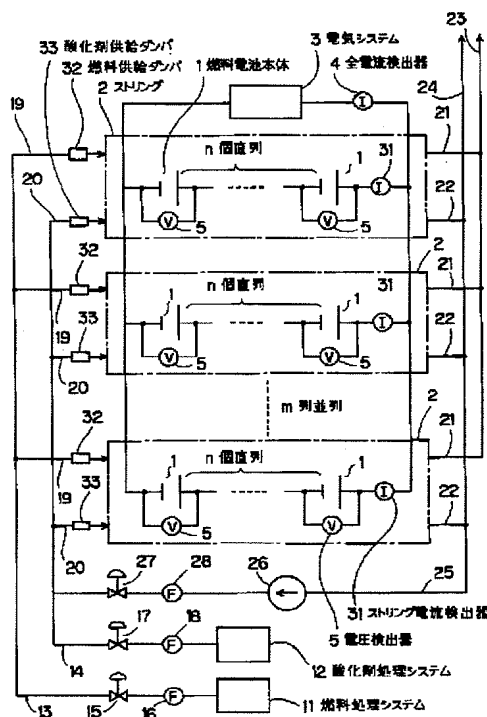
(74)代理人 弁理士 木内 光春

(54)【発明の名称】 燃料電池発電プラント

(57)【要約】

【目的】 燃料電池本体間にどのような特性アンバランスが生じた場合でも、全ての燃料電池本体の燃料・酸化剤利用率、電池電圧を適正な範囲に維持する。

【構成】 燃料極と酸化剤極からなる燃料電池本体1が電氣的に直列にn個 ($n \geq 1$) 接続されてストリング2が形成され、このストリング2が電氣的に並列にm列 ($m \geq 2$) 接続される。各ストリング2にはストリング電流検出器31が個別に接続される。各ストリング2の燃料供給ヘッダ19と酸化剤供給ヘッダ20に燃料供給ダンパ32と酸化剤供給ダンパ33とがそれぞれ設けられる。各燃料供給ダンパ32と各酸化剤供給ダンパ33は、各ストリング電流検出器31によって得られた個別のストリング電流検出値に基づいて、各ストリング2に供給する燃料流量および酸化剤流量の割合をそれぞれ調節する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料極と酸化剤極からなる燃料電池本体が電氣的に直列に n 個 ($n \geq 1$) 接続されて直列接続電池群が形成され、この直列接続電池群が電氣的に並列に m 列 ($m \geq 2$) 接続されてなる燃料電池本体群と、前記燃料電池本体群の燃料極に燃料を供給する燃料供給手段と、前記燃料電池本体群の酸化剤極に酸化剤を供給する酸化剤供給手段を有する燃料電池発電プラントにおいて、

前記各直列接続電池群に流れる電流を個別に検出する複数の電流検出手段と、

前記各電流検出手段によって得られた個別の電流検出値に基づき、前記各直列接続電池群に供給する燃料流量の割合を個別に調節する複数の燃料供給調節手段とを備えたことを特徴とする燃料電池発電プラント。

【請求項 2】 燃料極と酸化剤極からなる燃料電池本体が電氣的に直列に n 個 ($n \geq 1$) 接続されて直列接続電池群が形成され、この直列接続電池群が電氣的に並列に m 列 ($m \geq 2$) 接続されてなる燃料電池本体群と、前記燃料電池本体群の燃料極に燃料を供給する燃料供給手段と、前記燃料電池本体群の酸化剤極に酸化剤を供給する酸化剤供給手段を有する燃料電池発電プラントにおいて、

前記各直列接続電池群に流れる個別の電流を検出する複数の電流検出手段と、

前記各電流検出手段によって得られた個別の電流検出値に基づき、前記各直列接続電池群に供給する酸化剤流量の割合を個別に調節する複数の酸化剤供給調節手段とを備えたことを特徴とする燃料電池発電プラント。

【請求項 3】 燃料極と酸化剤極からなる燃料電池本体が電氣的に直列に n 個 ($n \geq 1$) 接続されて直列接続電池群が形成され、この直列接続電池群が電氣的に並列に m 列 ($m \geq 2$) 接続されてなる燃料電池本体群と、前記燃料電池本体群の燃料極に燃料を供給する燃料供給手段と、前記燃料電池本体群の酸化剤極に酸化剤を供給する酸化剤供給手段を有する燃料電池発電プラントにおいて、

前記各燃料電池本体の個別の電圧を検出する複数の電圧検出手段と、

前記燃料電池本体にて発電に寄与した後に排出される酸化剤の一部を前記燃料電池本体群の酸化剤極の上流側へリサイクルする酸化剤リサイクル手段と、

前記各電圧検出手段によって得られた個別の電圧検出値に基づき、前記燃料電池本体群の酸化剤極の上流側へリサイクルする酸化剤のリサイクル流量を調節するリサイクル流量調節手段と、

を備えたことを特徴とする燃料電池発電プラント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電氣的に直列または並

2

列接続を行っている複数の燃料電池本体を備えた燃料電池発電プラントに係り、特に、燃料・酸化剤の供給系統の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、燃料電池発電プラントでは、1 台の燃料電池本体の出力に制限があるため、発電出力を増大させる場合には、複数の燃料電池本体を組み込むことが必要である。ただし、直列接続だけでは電池運転電圧が高くなり過ぎ、直交変換装置などの定格電圧が高くなるため、直列接続と並列接続を組み合わせることが一般的である。

【0003】 また、このような燃料電池発電プラントでは、プラント全体としての出力に応じて各燃料電池に対する燃料・酸化剤の供給量を調節できるように、複数の燃料電池へ燃料・酸化剤を供給するための流量調節手段は、全ての燃料電池本体に対して共通となっている。また、燃料電池の運転電圧を抑制するための酸化剤のリサイクル流量調節は、個別の電池電圧を代表する値として全ての電池電圧の平均値を用いて行っている。

【0004】 図 4 は、従来の燃料電池発電プラントの一例を示す構成図である。この図 4 に示すように、 n 個の燃料電池本体 1 が電氣的に直列接続されて、1 つのストリング（直列接続電池群）2 を構成している。このように構成された m 列のストリング 2 が、電氣的に並列接続され、直交変換装置などからなる電気システム 3 と電氣的に並列接続されており、この電気システム 3 から負荷電流を取り出すようになっている。そして、電気システム 3 には、この電気システム 3 からの負荷電流を計測する全電流検出器 4 が電氣的に直列接続されている。また、各燃料電池本体 1 には、燃料電池本体 1 の電圧を検出する電圧検出器 5 が個別に接続されている。

【0005】 また、図中 11 と 12 は、水素などの燃料と、空気などの酸化剤をそれぞれ処理し、各燃料電池本体 1 のアノード（燃料極）とカソード（酸化剤極）に供給するための燃料処理システムと酸化剤処理システムである。これらの燃料処理システム 11 と酸化剤処理システム 12 には、燃料供給共通配管 13 と酸化剤供給共通配管 14 がそれぞれ接続されている。そして、この燃料供給共通配管 13 と酸化剤供給共通配管 14 には、これらのシステムからの燃料・酸化剤の供給流量を調節する手段として、燃料流量制御弁 15 と燃料流量計 16、および酸化剤流量制御弁 17 と酸化剤流量計 18 がそれぞれ設けられている。

【0006】 一方、各ストリング 2 の一端には、燃料供給ヘッダ 19 および酸化剤供給ヘッダ 20 が個別に設けられており、燃料供給共通配管 13 と酸化剤供給共通配管 14 にそれぞれ接続されている。また、各ストリング 2 の他端には、燃料排出ヘッダ 21 および酸化剤排出ヘッダ 22 が個別に設けられており、各燃料排出ヘッダ 21 は燃料排出共通配管 23 に接続され、各酸化剤排出ヘ

3

ッダ 22 は酸化剤排出共通配管 24 に接続されている。さらに、酸化剤排出共通配管 24 の一端には、排出酸化剤の一部をリサイクルするリサイクル配管 25 が接続されており、このリサイクル配管 25 の他端は、酸化剤供給共通配管 14 に接続されている。このリサイクル配管 25 には、内部の排出酸化剤を酸化剤供給共通配管 14 にリサイクルするリサイクルブロワ 26 が設けられるとともに、酸化剤の供給流量を調節する手段として、リサイクル流量制御弁 27 およびリサイクル流量検出器 28 が設けられている。

【0007】 以上のような構成を有する図 4 の燃料電池発電プラントにおいて、運転時には各ストリング 2 の各燃料電池本体 1 に燃料と酸化剤が供給されるが、この供給される燃料と酸化剤の供給流量は、次のようにして制御される。まず、運転時には、燃料処理システム 11 と酸化剤処理システム 12 から燃料供給共通配管 13 と酸化剤供給共通配管 14 に燃料と酸化剤がそれぞれ供給される。そして、この燃料と酸化剤の供給流量は、燃料流量制御弁 15 と燃料流量計 16、および酸化剤流量制御弁 17 と酸化剤流量計 18 によってそれぞれ調節される。この場合、燃料と酸化剤の供給流量調節は、全電流検出器 4 の信号に基づいて行われる。すなわち、全電流検出器 4 は、m 列のストリング 2 によって電気システム 3 から取り出された負荷電流を計測するが、このように計測された負荷電流から、燃料電池全体の必要燃料・酸化剤流量を算出することができる。そして、このように算出された必要流量を満足するようにして、燃料と酸化剤の供給流量の流量追従制御が行われる。

【0008】 このように、燃料流量制御弁 15 と燃料流量計 16 によって調節された燃料と、酸化剤流量制御弁 17 と酸化剤流量計 18 によって調節された酸化剤は、燃料供給共通配管 13 と酸化剤供給共通配管 14 を介して各ストリング 2 の燃料供給ヘッダ 19 と酸化剤供給ヘッダ 20 に等しく分配される。さらに、各ストリング 2 に供給された燃料と酸化剤は、各ストリング 2 内で各燃料電池本体 1 へ等配分される。そして、以上のような一連の動作により、各燃料電池本体 1 に対して必要な量の燃料・酸化剤がそれぞれ供給され、燃料・酸化剤利用率とも適切な範囲に維持される。

【0009】 また、各燃料電池本体 1 において発電に寄与した後の燃料と酸化剤は、各ストリング 2 の燃料排出ヘッダ 21 と酸化剤排出ヘッダ 22 を介してそれぞれ集められ、燃料排出共通配管 23 と酸化剤排出共通配管 24 によって排出される。このうち、酸化剤排出共通配管 24 に排出された酸化剤の一部は、リサイクル配管 25 を介してリサイクルブロワ 26 により酸化剤供給共通配管 14 に戻される。このような酸化剤のリサイクルは、供給酸化剤の酸素濃度を調節し、電池電圧を制限値以内に抑制するために行われるが、このようなリサイクル流量は、次のようにして制御される。

4

【0010】 すなわち、各燃料電池本体 1 には電圧を計測する電圧検出器 5 が接続されていて、全ての電圧検出器 5 の信号の平均値を燃料電池全体の検出電圧値と見なすことができる。そのため、電池電圧制限値とこの検出電圧値の比較によりリサイクルブロワ 26 の起動・停止を行うとともに、リサイクル流量制御弁 27 とリサイクル流量検出器 28 を用いて適切な流量制御を行っている。

【0011】 以上説明したように、図 4 の燃料電池発電プラントによれば、最低限の操作により各電池本体燃料・酸化剤利用率、および電池電圧を適正な範囲に維持することが可能である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】とところで、以上のような従来の燃料電池発電プラントにおいては、各燃料電池本体 1 の特性に大きな差異がなく、個別ストリング電流、個別電池電圧が等しい限りにおいては、前述したように、最低限の操作により各電池本体燃料・酸化剤利用率、および電池電圧を適正な範囲に維持することが可能である。

【0013】 しかしながら、実際には、燃料電池本体 1 の特性変化・減衰は様々ではない。すなわち、長期間の運転の後に無視できない特性アンバランスが生じたり、また、一部の燃料電池本体 1 をリプレースすることにより極端な特性アンバランスが生じることがある。そして、図 4 の燃料電池発電プラントにおいて、このように燃料電池本体 1 の間に特性アンバランスが生じた場合には、個別ストリング電流間のアンバランス、および個別電池電圧間のアンバランスが生じてしまう。このようなアンバランス状態において、各燃料電池本体 1 に均一の燃料・酸化剤を供給すると、ストリング電流の大きいストリング 2 に含まれる燃料電池本体 1 では燃料・酸化剤の欠乏現象が起こり、電池の損傷を生じてしまう可能性がある。また、他に比べて著しく特性の高い燃料電池本体 1 が存在する場合には、この燃料電池本体 1 が過電圧状態にさらされ、損傷を生じてしまう可能性がある。

【0014】 本発明は、以上のような従来技術の問題点を解決するために提案されたものであり、その目的は、燃料電池本体間にどのような特性アンバランスが生じた場合でも、全ての燃料電池本体の燃料・酸化剤利用率、電池電圧を適正な範囲に維持可能な信頼性の高い燃料電池発電プラントを提供することである。

【0015】 より具体的には、請求項 1 記載の発明の目的は、各ストリング（直列接続電池群）の電流値にアンバランスが生じた場合でも、各ストリング（直列接続電池群）間の燃料利用率を均一に維持することにより、全ての燃料電池本体の燃料利用率を適正な範囲に維持することである。請求項 2 記載の発明の目的は、各ストリング（直列接続電池群）の電流値にアンバランスが生じた場合でも、各ストリング（直列接続電池群）間の酸化剤

5

利用率を均一に維持することにより、全ての燃料電池本体の酸化剤利用率を適正な範囲に維持することである。請求項 3 記載の発明の目的は、他に比べて著しく特性の高い燃料電池本体が存在する場合に、この燃料電池本体が過電圧状態となることを防止することにより、全ての燃料電池本体の電池電圧を適正な範囲に維持することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明による燃料電池発電プラントは、燃料極と酸化剤極からなる燃料電池本体が電気的に直列に n 個 ($n \geq 1$) 接続されて直列接続電池群が形成され、この直列接続電池群が電気的に並列に m 列 ($m \geq 2$) 接続されてなる燃料電池本体群と、燃料電池本体群の燃料極に燃料を供給する燃料供給手段と、燃料電池本体群の酸化剤極に酸化剤を供給する酸化剤供給手段を有する燃料電池発電プラントにおいて、燃料または酸化剤の供給量の調節方式に一定の特徴を有するものである。

【0017】すなわち、請求項 1 記載の燃料電池発電プラントは、複数の電流検出手段と複数の燃料供給調節手段とを備えたことを特徴としている。このうち、電流検出手段は、各直列接続電池群に流れる電流を個別に検出する手段である。そして、燃料供給調節手段は、各電流検出手段によって得られた個別の電流検出値に基づき、各直列接続電池群に供給する燃料流量の割合を個別に調節する手段である。

【0018】また、請求項 2 記載の燃料電池発電プラントは、複数の電流検出手段と複数の酸化剤供給調節手段とを備えたことを特徴としている。このうち、電流検出手段は、各直列接続電池群に流れる個別の電流を検出する手段である。そして、酸化剤供給調節手段は、各電流検出手段によって得られた個別の電流検出値に基づき、各直列接続電池群に供給する酸化剤流量の割合を個別に調節する手段である。

【0019】さらに、請求項 3 記載の燃料電池発電プラントは、複数の電圧検出手段と、酸化剤リサイクル手段と、リサイクル流量調節手段とを備えたことを特徴としている。このうち、電圧検出手段は、各燃料電池本体の個別の電圧を検出する手段である。そして、酸化剤リサイクル手段は、燃料電池本体にて発電に寄与した後に排出される酸化剤の一部を燃料電池本体群の酸化剤極の上流側へリサイクルする手段である。また、リサイクル流量調節手段は、各電圧検出手段によって得られた個別の電圧検出値に基づき、燃料電池本体群の酸化剤極の上流側へリサイクルする酸化剤のリサイクル流量を調節する手段である。

【0020】

【作用】以上のような構成を有する本発明の燃料電池発電プラントの作用は次の通りである。

【0021】まず、請求項 1 の発明において、燃料電池

6

本体の特性にアンバランスが生じ、その結果、電流検出手段によって検出されるストリング（直列接続電池群）電流検出値にアンバランスが生じた場合には、燃料供給調節手段は、これらのストリング電流検出値に基づき、以下の方法により供給する燃料流量を決定する。

【0022】ここで、一般的に、ストリング電流を I 、そのストリングに属する燃料電池本体へ供給する燃料流量を F とすると、そのストリングにおける燃料利用率 U_F は、次の式（1）で表される。

【数 1】

$$U_F \propto I/F$$

… 式（1）

この式（1）から、ストリング電流 I が增大すると、燃料利用率 U_F も増大することがわかる。そして、この燃料利用率 U_F が過度に増大した場合には、燃料欠乏を引き起こし、燃料電池本体を損傷してしまうことになる。

【0023】そこで、このような燃料利用率 U_F の過度の増大を防止するために、各ストリング電流 I 間の比率に合わせて供給する燃料流量 F を決定する。すなわち、 m 個の各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に流れるストリング電流を I_1, I_2, \dots, I_m とした場合に、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に供給する燃料流量 F_1, F_2, \dots, F_m を、次の式（2）によって決定する。

$$F_1 : F_2 : \dots : F_m = I_1 : I_2 : \dots : I_m$$

… 式（2）

そして、燃料供給調節手段は、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に供給する燃料流量が、それぞれ以上のようにして決定される各燃料流量 F_1, F_2, \dots, F_m となるように調節する。このような供給燃料流量の調節により、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m 内において各電池電流間にアンバランスがあっても、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m 間の燃料利用率は均一となる。

【0024】次に、請求項 2 の発明において、燃料電池本体の特性にアンバランスが生じ、その結果、電流検出手段によって検出されるストリング電流値にアンバランスが生じた場合には、酸化剤供給調節手段は、これらのストリング電流検出値に基づき、以下の方法により供給する酸化剤流量を決定する。

【0025】ここで、一般的に、ストリング電流を I 、そのストリングに属する燃料電池本体へ供給する酸化剤流量を G とすると、そのストリングにおける酸化剤利用率 U_A は、次の式（3）で表される。

【数 3】

$$U_A \propto I/G$$

… 式（3）

この式（3）から、ストリング電流 I が增大すると、酸化剤利用率 U_A も増大することがわかる。そして、この酸化剤利用率 U_A が過度に増大した場合には、酸化剤欠乏を引き起こし、燃料電池本体を損傷してしまうことに

7

なる。

【0026】そこで、このような酸化剤利用率 U_A の過度の増大を防止するために、各ストリング電流 I 間の比率に合わせて供給する酸化剤流量 G を決定する。すなわち、 m 個の各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に流れる電流を I_1, I_2, \dots, I_m とした場合に、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に供給する燃料流量 G_1, G_2, \dots, G_m を、次の式(4)によって決定する。

【数4】 $G_1 : G_2 : \dots : G_m = I_1 : I_2 : \dots : I_m$
 ... 式(4)

そして、酸化剤供給調節手段は、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に供給する酸化剤流量が、それぞれ以上のようにして決定される各酸化剤流量 G_1, G_2, \dots, G_m となるように調節する。このような供給酸化剤流量の調節により、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m 内において各電池電流間にアンバランスがあっても、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m 間の酸化剤利用率は均一となる。

【0027】続いて、請求項3の発明において、燃料電池本体のリプレースなどにより他に比べて著しく高い電圧の(他に比べて著しく特性の高い)燃料電池本体が存在する場合には、電圧検出手段による個別の電圧検出値に基づき、リサイクル流量調節手段によって、全ての燃料電池本体の中で最も電圧値の高い燃料電池本体の電圧が制限値以内となるように、酸化剤のリサイクル流量を増加させる。このような酸化剤のリサイクル流量の調節により、最も特性の高い燃料電池本体が過電圧状態となることを防止できる。

【0028】

【実施例】以下には、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。まず、図1は、本発明による燃料電池発電プラントの一実施例を示す構成図である。この図1において、図4に示す従来例との共通部分については同一符号を付し、その部分の説明は省略する。本実施例において、図4の従来例と異なる点は、各ストリング2にストリング2に流れるストリング電流を検出するストリング電流検出器31が個別に接続されている点、各ストリング2の燃料供給ヘッダ19と酸化剤供給ヘッダ20に燃料供給ダンパ32と酸化剤供給ダンパ33とがそれぞれ設けられている。この場合、ストリング電流検出器31は、請求項1または請求項2に記載の電流検出手段に相当する。また、燃料供給ダンパ32は、各ストリング電流検出器31によって得られた個別のストリング電流検出値に基づいてその開度を調節することにより、各ストリング2に供給する燃料流量の割合を個別に調節する手段であり、請求項1に記載の燃料供給調節手段に相当する。そしてまた、酸化剤供給ダンパ33は、各ストリング電流検出器31によって得られた個別のストリング電流検出値に基づいてその開度を調節することにより、各ストリング2に供給する酸化剤流量の割合を個別に調節

8

する手段であり、請求項2に記載の酸化剤供給調節手段に相当する。この場合、これらの燃料供給ダンパ32と酸化剤供給ダンパ33は、図2に示すような制御装置34によって制御されるように構成されている。

【0029】すなわち、図2に示すように、制御装置34は、まず、流量分配演算器35と開度演算器36を備えている。このうち、流量分配演算器35は、各ストリング電流検出器31に接続されており、各ストリング電流検出器31から得られる個別のストリング電流検出値から各ストリング2に供給する燃料の流量分配を演算するように構成されている。具体的には、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に流れるストリング電流を I_1, I_2, \dots, I_m とした場合に、各ストリング S_1, S_2, \dots, S_m に供給する燃料流量 F_1, F_2, \dots, F_m を、次の式(5)によって求めるように構成されている。

【数5】 $F_1 : F_2 : \dots : F_m = I_1 : I_2 : \dots : I_m$
 ... 式(5)

そして、開度演算器36は、流量分配演算器35に接続されており、流量分配演算器35によって求められた各ストリング(S_1, S_2, \dots, S_m)2の流量から各ストリング(S_1, S_2, \dots, S_m)2の各燃料供給ダンパ32の開度を演算し、得られた開度によって各燃料供給ダンパ32に制御指令を送るよう構成されている。

【0030】以上では、制御装置34の燃料制御側について説明したが、酸化剤制御側についても全く同様に構成されている。すなわち、制御装置34は、図示していないが、酸化剤制御側についても、燃料制御側の流量分配演算器35および開度演算器36と同様の流量分配演算器および開度演算器を備えている。

【0031】また、制御装置34は、酸化剤リサイクル用として、最大値演算器37と演算器38を備えている。このうち、最大値演算器37は、各電圧検出器5に接続されており、各電圧検出器5から得られる個別の電圧検出値からその最大値を求めるように構成されている。そして、演算器38は、最大値演算器37で求められた最大の電圧検出値に基づき、この最大の電圧検出値、すなわち、全ての燃料電池本体1の中で最も電圧値の高い燃料電池本体1の電圧値が所定の制限値以内となるように、酸化剤のリサイクル流量を決定するように構成されている。さらに、この演算器38は、決定したリサイクル流量に基づいて、リサイクルブロウ26の起動・停止とリサイクル流量制御弁27の開度を決定し、この決定に従ってリサイクルブロウ26およびリサイクル流量制御弁27に制御指令を送るよう構成されている。この場合、電圧検出器5は、請求項3に記載の電圧検出手段に相当する。また、リサイクル配管25とリサイクルブロウ26は、請求項3に記載の酸化剤リサイクル手段に相当する。そしてまた、リサイクル流量制御弁27は、各電圧検出器5によって得られた個別の電圧検出値に基づいて制御装置34によって決定された開度に

9

従ってその開度を調節し、ストリング2のカソードの上流側ヘリサイクルする酸化剤のリサイクル流量を調節する手段であり、請求項3に記載のリサイクル流量調節手段に相当する。

【0032】次に、本実施例の燃料電池発電プラントの作用について説明する。まず、建設直後などの、個々の燃料電池本体1の特性に差異がない時には、同じ負荷電流に対して全ての燃料電池本体1はほぼ同じ電圧を示すので、各ストリング2を流れるストリング電流値もほぼ同じである。そのため、各ストリング2に供給する燃料・酸化剤流量は、全てのストリング2に対して等しくすればよい。したがって、燃料・酸化剤ともに、燃料供給共通配管13の酸化剤供給共通配管14に設けられた共通の燃料流量制御弁15と酸化剤流量制御弁17のみによって全てのストリング2に対して一括的に供給流量を調節すればよい。そして、各ストリング2の各燃料供給ヘッド19および各酸化剤供給ヘッド20に設けられた各燃料供給ダンパ32および酸化剤供給ダンパ33は、全て全開もしくは等開度とすればよい。

【0033】しかしながら、ある程度の運転期間の後には、必ず燃料電池本体1の特性にバラツキが生じ、同じ負荷電流に対して燃料電池本体1の示す電圧に差が生じることになる。この場合、各ストリング2は並列接続されているため、各ストリング2の電圧は全て等しくなり、以上のような燃料電池本体1の特性の差はストリング電流の差として表われてくる。この現象は、電池の電流・電圧特性から明らかであるが、以下に簡単に説明する。

【0034】まず、図3は、燃料電池の標準的な電流・電圧特性を示すグラフである。図中線Aは電池特性の初期状態を示しており、線Bは、この初期状態から電池の特性が低下した状態を示している。このAとBに示すように電池の特性にバラツキを生じた場合、前述したように、各ストリング2は同じ電圧になるため、状態Bに特性が低下した電池の運転点は、初期状態AのC点から状態BのD点に移り、電流が低下することになる。したがって、特性の差が増大すると、ストリング電流の差が増大する。

【0035】これに対して、本実施例においては、各ストリング2のストリング電流の差が増大すると、これらのストリング電流の差は、まず、各ストリング電流検出器31からの個別のストリング電流検出値の差として得られることになる。次に、制御装置34の流量分配演算器35によって、このような差を有するストリング電流検出値から、各ストリング2に供給する燃料の流量分配が求められる。そして、このようにして求められた燃料の流量分配から、開度演算器36によって、各ストリング2の各燃料供給ダンパ32の開度が求められ、各燃料供給ダンパ32の開度が自動的に制御される。この結果、各燃料供給ダンパ32によって、各ストリング2に

10

供給される燃料流量が調節され、各ストリング2間の燃料利用率が均一に維持される。同様に、制御装置34の酸化剤制御側の流量分配演算器と開度演算器により、各ストリング2の各酸化剤供給ダンパ33の開度が求められ、各酸化剤供給ダンパ33の開度が自動的に制御される。この結果、各酸化剤供給ダンパ33によって、各ストリング2に供給される酸化剤流量が調節され、各ストリング2間の酸化剤利用率が均一に維持される。

【0036】一方、ある長時間運転の後には、複数の燃料電池本体1の一部をリプレースすることがあるが、この際に、このリプレースした燃料電池本体1が、極端に高い電圧を示してしまう場合がある。この場合に、従来例のように、全ての電池電圧の平均値で酸化剤のリサイクル流量を決定すると、使用時間の長い既存の燃料電池本体1の電池電圧は適切な値を示す反面、リプレースした新しい燃料電池本体1は過電圧状態にさらされてしまうことになる。これに対して、本実施例においては、制御装置34の電池電圧の平均値ではなく、全ての電池電圧のうちの最大値を用いて酸化剤のリサイクル流量を決定できるため、どのような状況においても一部の燃料電池本体が過電圧状態にさらされることはない。

【0037】すなわち、本実施例において、他に比べて著しく高い電圧の（他に比べて著しく特性の良い）燃料電池本体1が存在する場合には、まず、各燃料電池本体1の各電圧検出器5によって得られた個別の電圧検出値に基づき、制御装置34の最大値演算器37により最大の電圧検出値が求められる。次に、演算器38によって、最大値演算器37で求められた最大の電圧検出値が所定の制限値以内となるように、酸化剤のリサイクル流量が決定される。続いて、この演算器38によって、決定したリサイクル流量に基づいて、リサイクルブロウ26の起動・停止とリサイクル流量制御弁27の開度が決定され、この決定に従ってリサイクルブロウ26の起動・停止およびリサイクル流量制御弁27の開度が自動的に制御される。この結果、リサイクル流量制御弁27によって、リサイクル配管25を介してストリング2のカソードの上流側ヘリサイクルする酸化剤のリサイクル流量を調節することができるため、最も高い特性を有する燃料電池本体1が過電圧状態となることを防止できる。

【0038】以上説明したように、本実施例によれば、各ストリング2の電流値にアンバランスが生じた場合でも、各ストリング2間の燃料利用率および酸化剤利用率を均一に維持することができるため、全ての燃料電池本体1の燃料利用率および酸化剤利用率を適正な範囲に維持することができる。また、本実施例によれば、燃料電池本体1のリプレースなどにより他に比べて著しく特性の高い燃料電池本体1が存在する場合には、この最も高い特性を有する燃料電池本体1が過電圧状態となることを防止することにより、全ての燃料電池本体1の電池電

圧を適正な範囲に維持することができる。

【0039】なお、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、各部の具体的な構成は適宜変更可能である。例えば、ストリングを形成する燃料電池本体の数は適宜選択可能であり、また、ストリングの数も適宜選択可能である。一方、電流検出手段、電圧検出手段、燃料供給調節手段、酸化剤供給調節手段、リサイクル流量調節手段などの具体的な構成や、これらの各手段の制御系の具体的な構成なども適宜選択可能である。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、各直列接続電池群に対して電流検出手段と燃料供給調節手段または酸化剤供給調節手段を個別に設けるか、あるいは、各電圧検出手段によって得られた個別の電圧検出値に基づいてリサイクル流量調節手段によって酸化剤のリサイクル流量を調節することにより、燃料電池本体間にどのような特性アンバランスが生じた場合でも、全ての燃料電池本体の燃料・酸化剤利用率、電池電圧を適正な範囲に維持可能な信頼性の高い燃料電池発電プラントを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による燃料電池発電プラントの一実施例を示す構成図。

【図2】図1の燃料電池発電プラントの制御装置を示す構成図。

【図3】燃料電池の標準的な電流・電圧特性を示すグラフ。

【図4】従来の燃料電池発電プラントの一例を示す構成図。

【符号の説明】

1…燃料電池本体

2…ストリング

3…電気システム

4…全電流検出器

5…電圧検出器

11…燃料処理システム

12…酸化剤処理システム

13…燃料供給共通配管

14…酸化剤供給共通配管

15…燃料流量制御弁

10 16…燃料流量計

17…酸化剤流量制御弁

18…酸化剤流量計

19…燃料供給ヘッダ

20…酸化剤供給ヘッダ

21…燃料排出ヘッダ

22…酸化剤排出ヘッダ

23…燃料排出共通配管

24…酸化剤排出共通配管

25…リサイクル配管

20 26…リサイクルブロワ

27…リサイクル流量制御弁

28…リサイクル流量検出器

31…ストリング電流検出器

32…燃料供給ダンパ

33…酸化剤供給ダンパ

34…制御装置

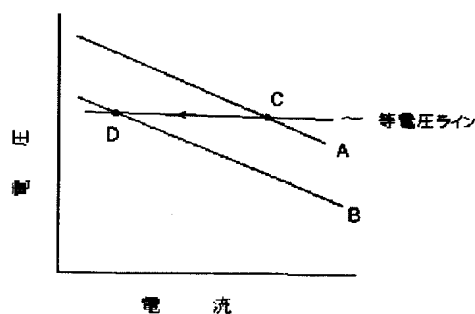
35…流量分配演算器

36…開度演算器

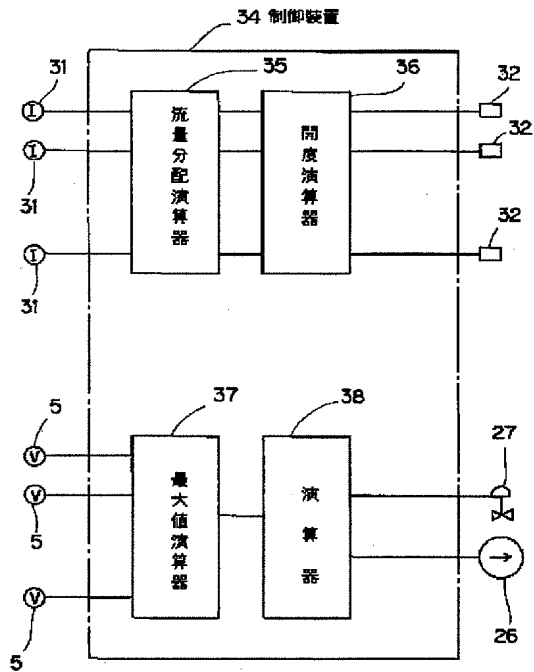
37…最大値演算器

30 38…演算器

【図3】



【図 2】



【図4】

